

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(4)

⑯ **Patentschrift**  
⑯ **DE 43 25 879 C 2**

⑯ Int. Cl. 6:  
**B 29 C 44/50**

⑯ Aktenzeichen: P 43 25 879.4-16  
⑯ Anmeldetag: 2. 8. 93  
⑯ Offenlegungstag: 9. 2. 95  
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 1. 2. 96

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:  
Hoechst AG, 65929 Frankfurt, DE

⑯ Erfinder:  
Vonken, Hub, Weert, NL; Muntendam, Hendrik-Jan, Den Haag/'s-Gravenhage, NL; Hoeven, Jos van der, Horn, NL; Piqué, Udo, Herten, NL

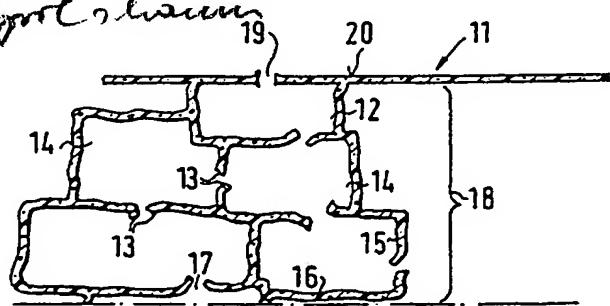
⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 26 50 718 A1  
EP 00 90 507 A1  
WO 90 14 159  
JP 54-31 026  
JP 3-57 348

DE-Buch: »Schäume aus der thermoplastischen Schmelze«, Kunststofftechnik, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1981, S. 61;

⑯ Formgebilde aus einem thermoplastischen Kunststoffschaum, Verfahren zu seiner Herstellung sowie seine Verwendung

⑯ Formgebilde aus einem thermoplastischen Kunststoffschaum, der zumindest 10 Vol.-% offene Zellen enthält, die eine polyederähnliche Gestalt besitzen und aneinander angrenzen, wobei Stege (3) der in einer Raummatrix (8) angeordneten polyederähnlichen Zellen (2, 4) gestaltsmäßig unversehrt sind, und zumindest zwei Wände (5, 6) jeder offenen Zelle (4) Öffnungen (7) aufweisen unter Beibehaltung der mechanischen Festigkeit der Raummatrix (8), wobei die Ausgangsstoffe des Kunststoffschaums ein Fremd-Polymer und/oder zumindest ein Polymer als Basispolymer, Nukleierungsmittel und Treibmittel sind, und bei Einsatz eines Fremd-Polymer ein bestimmter Gewichtsanteil des Polymers durch das Fremd-Polymer mit einem Gewichtsanteil in der gleichen Größenordnung ersetzt ist.



STAND DER TECHNIK

A 28. Verwendung als Verpackungsmaterial für Fendichtigkeit  
enthaltende Gut

+ S. 6

Vorlage  
flüssig  
in offene Zelle

DE 43 25 879 C 2

DE 43 25 879 C 2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Formgebilde aus einem thermoplastischen Kunststoffschaum, der zumindest 10 Vol.-% offene Zellen enthält, ein Verfahren zur Herstellung eines Formgebildes sowie die Verwendung des Formgebildes.

Bei dem Formgebilde handelt es sich um eine offenzellige Kunststoffschaumfolie, die, im Gegensatz zu einer Kunststoffschaumfolie mit geschlossenen Zellen, in der Lage ist, Flüssigkeiten aufzunehmen.

Kunststoffschaumfolien sind schon seit langem bekannt, insbesondere haben Polystyrolschaumfolien ein breites Anwendungsspektrum gefunden. Sie werden beispielsweise als Verpackungsschalen, im Bausektor vor allem als Isoliermaterial, beispielsweise als Untertapeten, verwendet.

Kunststoffschaumfolien werden im allgemeinen in der Weise hergestellt, daß ein thermoplastischer Kunststoff zusammen mit einem Treibmittel, insbesondere einem Treibgas, aus einer ring- oder breitschlitzförmigen oder Koextrusions-Düse extrudiert wird. Kurz nach dem Verlassen der Extrusionsdüse expandiert das im Kunststoff fein verteilte Treibmittel, so daß sich im Kunststoffschaumkörper feinste Bläschen bilden. Je nach Verfahrensbedingungen hinsichtlich der Temperatur und der Extrusionsgeschwindigkeit werden mehr oder weniger große Bläschen erhalten. Dementsprechend enthält die so hergestellte Kunststoffschaumfolie dicht gepackte, geschlossene, gasgefüllte Zellen, wobei das in den Zellen eingeschlossene Gas im allgemeinen Luft und/oder Reste des Treibmittels sind. Die ausgezeichneten Isoliereigenschaften der Kunststoffschaumfolien beruhen im wesentlichen auf den dicht gepackten, geschlossenen, gasgefüllten Zellen, die gewissermaßen eine "immobile" Gas-, insbesondere Luft-Schicht bilden. Eine solche feststehende Luftsicht besitzt eine geringe Wärmeleitfähigkeit.

Völlig anders verhält sich eine Kunststoffschaumfolie, in der die Zellen nicht geschlossen, sondern geöffnet, d. h. durchgängig, sind. Eine solche Kunststoffschaumfolie kann beispielsweise Flüssigkeiten speichern, ähnlich wie ein Schwamm.

In dem Dokument DE-Buch "Schäume aus der thermoplastischen Schmelze", Kunststoff-Technik, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1981, Seite 61, ist beschrieben, daß eine zu hohe Massestemperatur beim Extrudieren eines Kunststoffschaumes eine sehr niedrige Schmelzviskosität bewirkt und daß ein Ungleichgewichtszustand zwischen Gasinnendruck und der Festigkeit der Zellwände des Kunststoffschaumes auftritt. Es reißen dann die Zellen auf, und es entsteht eine grobe Schaumstruktur. Die Extrudatoberfläche ist aufgerissen, und ein Teil der zum Ausformen benötigten Gasmenge kann entweichen. Mit anderen Worten, es ist im Stand der Technik bekannt, daß treibmittelhaltige thermoplastische Kunststoffe bei der Extrusion zu einem offenzelligen Extrudat führen, wenn die Extrusionstemperatur zu hoch liegt. Durch das Aufreißen der Zellen bei zu hoher Extrusionstemperatur entsteht eine grobe Schaumstruktur, d. h. die Extrudatoberfläche ist aufgerissen und schuppig. Die mechanische Festigkeit der Raumstruktur ist nach dem Aufreißen der Zellen nicht mehr gegeben.

Aus der DE 26 50 718 A1 ist ein Verfahren zum Herstellen von mikroporösen Hohlprofilen bekannt, insbesondere von Rohren zum Zu- und Abführen von strömenden Gasen oder Flüssigkeiten. Hierbei erfolgt eine Extrusion von Thermoplastschmelzen, die mit Treibmittel versetzt sind. Das Treibmittel ist in einer Menge von 1 bis 5 Gew.-%, bezogen auf den Thermoplasten, beigefügt, und die Verarbeitungstemperaturen im Werkzeug liegen 5 bis 30°C über den Temperaturen herkömmlicher Schaumextrusion, unter Verwendung des gleichen Thermoplasten. Das Profil wird über eine scharfkantige Düsenlippe extrudiert, und die Oberfläche des Extrudats ist nicht glatt, sondern rauh und borkig.

Aus der EP 0 090 507 A1 ist eine Folie aus zwei Schichten bekannt, wobei die erste Schicht aus einem geschlossenzelligen Schaum besteht, auf den mittels Koextrusion als zweite Schicht ein offenzelliger Schaum aufgebracht ist. Die offenzellige Schicht ist nicht formstabil, erst die geschlossenzellige Schicht liefert die erforderliche Endstabilität der Folie.

In dem Dokument WO 90/14159 ist ein Ölaufsaugmaterial beschrieben, das aus zerkleinertem Polyethylenschaum besteht, ein Hinweis darauf, wie eine intakte saugfähige Kunststoffschaumfolie zu erhalten ist, kann diesem Dokument nicht entnommen werden. Durch Ausübung von mechanischem Druck auf die Kunststoffschaumfolie kann ein Großteil der zuvor geschlossenen Zellen des Polyethylenschaums geöffnet werden. Dabei werden jedoch die mechanische Festigkeit und die Stabilität der Kunststoffschaumfolie deutlich herabgesetzt, da die Zellwände zum Teil durch den mechanischen Druck deformiert werden. Eine solche Folie kann einen Anteil an geöffneten Zellen von mehr als 50% besitzen.

Aus der EP-A 0 090 507 ist eine schalenförmige Verpackung für "Fast Food" bekannt, die aus einer offenzelligen geschäumten Polymerschicht und einer geschlossenzelligen polymeren Außenschicht als Flüssigkeitsbarriereforschicht besteht. Als Polymer für beide Schichten findet beispielsweise Polystyrol Verwendung. Die Ausbildung der offenzelligen Kunststoffschaumfolie erfolgt dabei in der gleichen Weise wie die Extrusion der geschlossenzelligen Außenschicht, mit der einen Ausnahme, daß ein Überschuß an Nukleierungsmittel, wie beispielsweise Natriumbicarbonat und Citronensäure, in einem Gewichtsverhältnis von 0,8 bis 1,2 und 1,2 bis 0,8 zugesetzt, jedoch auf den Einsatz eines Treibmittels verzichtet wird. Da kein Treibmittel verwendet wird, ist nur eine einzige Mischkammer und eine einzelne Extrusionsschnecke erforderlich. Bei diesem bekannten Verfahren wird eine offenzellige Polystyrolschaumschicht mit einem mittleren Anteil an offenen Zellen von 50 bis 90 Vol.-% erhalten. Bei diesem bekannten Verfahren wird jedoch keine Zellenstruktur erhalten, bei der die einzelnen Zellen untereinander in Verbindung stehen, vielmehr gilt, daß nur die Zellen in der Oberfläche der Kunststoffschaumfolie mit den darunter liegenden, benachbarten Zellen in Verbindung stehen, wobei jedoch keine Zellenstruktur erhalten wird, bei der die Zellen unmittelbar aneinander angrenzen und nur durch die Zellwände voneinander getrennt sind.

Aus der JP-Patentschrift 3-57348 ist ein feuchtigkeitsabsorbierendes Verpackungsmaterial aus einem Formkörper bekannt, der aus einer homogenen Mischung von 50 bis 85 Gew.-% Ethylenpolymer und 15 bis 50 Gew.-% eines Adsorbens besteht, das bei Wasseraufnahme nicht anschwellt.

In der JP-Patentschrift 54-31026 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Polypropylenschaumes mit offenzelliger Struktur beschrieben, bei dem Homopolymere oder Copolymeren des Propylens unter Druck und Hitze gelöst werden, unter Zusatz von Fluorchlor-Kohlenwasserstoffen als Treib- bzw. Aufschäummittel und eines herkömmlichen Nukleierungsmittels. Der extrudierte Polypropylenschaum hat eine gleichförmige und feine Zellenstruktur mit einem mittleren Zellendurchmesser von 0,5 und eine Dichte von etwa 0,028 g/cm<sup>3</sup>. Das Absorptionsvermögen des Polypropylenschaumes für Wasser beträgt das 3- bis 7,6fache der Schaumdicthe. 5

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Formgebilde aus einem Kunststoffschaum, mit einer offenzelligen Zellenstruktur, die in weiten Bereichen variierbar ist, zur Verfügung zu stellen, wobei die Zellen miteinander in Verbindung stehen und die im Inneren des Formgebildes liegenden Zellen ohne mechanische Zerstörung von Zellwänden für Medien durchgängig sind. 10

Diese Aufgabe wird erfahrungsgemäß durch ein Formgebilde aus einem thermoplastischen Kunststoffschaum gelöst, der zumindest 10 Vol.-% offene Zellen enthält, die eine polyederähnliche Gestalt besitzen und aneinander angrenzen, wobei Stege der in einer Raummatrix angeordneten polyederähnlichen Zellen gestaltsmäßig unversehrt sind und zumindest zwei Wände jeder offenen Zelle Öffnungen aufweisen, unter Beibehaltung der mechanischen Festigkeit der Raummatrix, wobei die Ausgangsstoffe des Kunststoffschaums ein Fremd-Polymer und/oder zumindest ein Polymer als Basispolymer, Nukleierungsmittel und Treibmittel sind, und bei Einsatz eines Fremd-Polymeren ein bestimmter Gewichtsanteil des Polymers durch das Fremd-Polymer mit einem Gewichtsanteil in der gleichen Größenordnung ersetzt ist. 15

In Weiterbildung der Erfindung ist zumindest ein Teilbereich einer der Oberflächen des Formgebildes geöffnet, so daß die an die Oberfläche angrenzenden Zellen für Flüssigkeiten zugänglich sind. 20

In Ausgestaltung der Erfindung ist das Formgebilde ein thermoplastischer Schaum zumindest eines Kunststoffes aus der Gruppe der Polyolefine, wie Polyethylen (HDPE, LPE, LLDPE), chloriertes Polyethylen, Polypropylen (PP), Polypropylen-copolymer (PPC), Ethylenvinylacetat-copolymer (EVA), halogenierte Polyolefine; aus der Gruppe der Styrolpolymere, wie Polystyrol (PS), Polystyrol-copolymer (PSC), Acrylonitrilbutadien-styrol-copolymer (ABS), Styrolmaleinsäure-anhydrid, schlagfeste Polystyrole (SPS); aus der Gruppe der Polyester, wie Polyethylenterephthalat (PET), Polyethylenglykolteterephthalat (PETP), Polybutylenterephthalat (PBT); aus Ethylenpropylenterpolymerat, Polyvinylchlorid (PVC), und/oder Polyphenylenoxid. 25

Zweckmäßigerweise besteht der thermoplastische Kunststoffschaum aus Copolymeren oder Blends thermoplastischer Polymere, aus Polymeren, Copolymeren oder Blends thermoplastischer Polymere und/oder Copolymeren. 30

In weiterer Ausgestaltung handelt es sich bei dem Polymer um Polystyrol mit bis zu 95 Gew.-%, bei dem Nukleierungsmittel um Talkum, Kreide, Natriumcarbonat, Natriumbicarbonat und/oder Citronensäure, mit bis zu 3 Gew.-%, und bei dem Treibgas um Butan, Propan oder Mischungen hiervon mit bis zu 4 Gew.-%. 35

Die weitere Ausgestaltung des Formgebildes ergibt sich aus den Merkmalen der Ansprüche 6 bis 14.

Durch Verändern der Gewichtsanteile der Ausgangsstoffe der Kunststoffschaumfolie kann der Anteil der offenzelligen Struktur in weiten Bereichen variiert werden. Mit der Erfindung wird der Vorteil erzielt, daß die Kunststoffschaumfolie, selbst wenn der Anteil an offenzelliger Struktur mindestens 50 Vol.-% beträgt, sich in ihren mechanischen Eigenschaften, wie Reißfestigkeit, E-Modul gegenüber den gleichen Eigenschaften einer gleichartigen Kunststoffschaumfolie mit überwiegend geschlossen-zelliger Struktur so gut wie nicht unterscheidet. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Zellen der Kunststoffschaumfolie zwar geöffnet sind, jedoch das eigentliche Zellengerüst erhalten bleibt und weder mechanisch noch thermisch verformt bzw. zerstört ist. 40

Unter dem Begriff "Zellen" sind die in der Kunststoffschaumfolie enthaltenen Hohlräume zu verstehen. Geschlossen sind diese Zellen dann, wenn die den Hohlraum umschließenden Zellwände aus nichtperforiertem oder in sonstiger Weise für ein Medium durchlässigem Kunststoff bestehen. Von offenen Zellen ist dann die Rede, wenn mindestens zwei der den Hohlraum umschließenden Zellwände Öffnungen aufweisen, so daß zwischen benachbarten Zellen ein Stoffaustausch, insbesondere ein Austausch von flüssigen Medien, möglich ist. 45

Die Anzahl der geschlossenen bzw. offenen Zellen kann gemäß genormter Verfahren zum Bestimmen des Volumenanteils offener und geschlossener Zellen in harten Schaumstoffen festgestellt werden (z. B. gemäß DIN-Norm 4590). Die Angabe von Vol.-% für offene Zellen bezieht sich dann jeweils auf das gesamte Volumen einer repräsentativen Volumeneinheit. 50

Im Rahmen der Aufgabe soll auch ein Verfahren zur Herstellung von Formgebilden aus einem Kunststoffschaum zur Verfügung gestellt werden, das gegenüber dem herkömmlichen Extrusionsverfahren für Kunststoffschaumfolien mit geschlossener Zellenstruktur nur geringfügige Modifikationen der Verfahrensschritte aufweist. Dies wird in der Weise gelöst, daß die Polymerschmelze aus einem Fremd-Polymer und/oder zumindest einem Polymer und Nukleierungsmittel in einem ersten Extrusionsschritt bei einer Temperatur bis zu 300°C aufgeschmolzen wird, daß ein Treibmittel unter hohem Druck von bis zu 350 bar am Ende des ersten Extrusionsschrittes in die Polymerschmelze injiziert und mit dieser homogen vermischt wird, daß in einem zweiten Extrusionsschritt die Polymerschmelze auf eine Masse-temperatur im Bereich von 120°C bis 250°C unmittelbar vor der Extrusion abgekühlt wird, wobei ohne Fremd-Polymer diese Masse-temperatur 10 bis 20% höher liegt als die Masse-temperatur beim Extrudieren von geschlossen-zelligen Kunststoffschaumen, während beim Zusetzen von Fremd-Polymer die Masse-temperatur bis auf die Temperatur abgesenkt wird, die bei der Extrusion von geschlossen-zelligen Kunststoffschaumen benötigt wird. 55

In weiterer Ausführung des Verfahrens wird zumindest eine der Oberflächen des extrudierten Formgebildes durch mechanisches Bearbeiten, wie Abschaben, Ritzen oder Perforieren, oder durch Abkühlen und gleichzeitiges dehnen beim Austritt aus der Extrusionsdüse, teilweise geöffnet. In einer Variante des Verfahrens wird ein bestimmter Gewichtsanteil des Polymers durch einen Gewichtsanteil in der gleichen Größenordnung eines Fremd-Polymeren ersetzt und ist die Benetzungsfähigkeit des Fremd-Polymeren in der Polymerschmelze nahezu Null. 60

Die weitere verfahrensmäßige Ausgestaltung der Erfindung ergibt sich aus den Verfahrensmaßnahmen der

Ansprüche 18 bis 27.

Das so hergestellte Formgebilde findet Verwendung als Verpackungsmaterial für Feuchtigkeit enthaltendes Gut, als Saugfilter, wobei diese Aufzählung der Verwendungsmöglichkeiten keineswegs vollständig, sondern nur beispielhaft ist.

5 In Abhängigkeit von dem Temperaturgradienten bei der Extrusion der Kunststoffschaumfolien befinden sich die offenen Zellen mehr oder weniger weit im Inneren der Schaumfolie, bei geschlossener Oberfläche.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt

10 Fig. 1a in schematischer Schnittansicht Kunststoffschaumfolien mit offener Zellenstruktur, bei der die Zellen gemäß dem Stand der Technik durch mechanischen Druck geöffnet werden,

15 Fig. 1b in schematischer Schnittansicht Kunststoffschaumfolien mit offener Zellenstruktur nach der Erfindung,

20 Fig. 2 eine perspektivische Ansicht einer Tandem-Extrusionsanlage zur Herstellung von offenzelligen Kunststoffschaumfolien nach der Erfindung,

25 Fig. 3 im Diagramm den Zusammenhang zwischen der Temperatur der Kunststoffschaumfolien aus Polystyrol beim Austritt aus einer Extrusionsdüse und der Ausbildung von offen- und geschlossenzelliger Struktur der Kunststoffschaumfolie,

30 Fig. 4 im Diagramm den Zusammenhang zwischen der Temperatur von Kunststoffschaumfolien verschiedener Kunststoffe beim Austritt aus einer Extrusionsdüse und der Ausbildung offen- und geschlossenzelliger Struktur der Kunststoffschaumfolien,

35 Fig. 5a und 5b schematisch die Anordnung von Fremd-Polymerpartikeln in der Zellenstruktur bzw. in einer Zellenwand einer Kunststoffschaumfolie, und

40 Fig. 6 schematische Schnittdarstellungen im vergrößerten Detail von Zellenstrukturen von Kunststoffschaumfolien und deren Flüssigkeitsabsorptionsverhalten.

45 In Fig. 1a ist ein schematischer Schnitt durch ein Formgebilde 11 dargestellt, das durch Extrusion einer Kunststoffschaumfolie nach dem Stand der Technik und nachfolgender mechanischer Druckbelastung der extrudierten Kunststoffschaumfolie erhalten wird. Beim Verschäumen eines Thermoplasts, wie Polystyrol, entsteht bei den bisher bekannten Verfahren eine Folie mit einer geschlossenen Zellenstruktur. Polystyrol kann über den Extrusionsprozeß zu verschiedenen Schaumprodukten mit geschlossener Zellenstruktur verarbeitet werden. Hierbei werden unterschiedliche Treibmittel und Nukleierungsmittel eingesetzt, um erwünschte Produkteigenschaften zu erzielen. Die Zellengröße, Dichte und Struktur des Kunststoffschaumes sind mit physikalischen Variablen und Additiven nach Bedarf zu variieren. Der zu erstellende Kunststoffschaum mit geschlossener Zellenstruktur findet seine Anwendung in unterschiedlichen Gebieten, wobei von spezifischen Eigenschaften, wie geringer Dichte, Isoliervermögen, Verformungsfähigkeit, Gebrauch gemacht wird. Durch die mechanische Druckbelastung einer Oberfläche 20 des Formgebildes 11 werden die zunächst geschlossenen Zellen 12, die unmittelbar an die Oberfläche 20 angrenzen, sowie die darunterliegenden Zellen 14 mechanisch aufgebrochen, so daß sich Öffnungen 17 in den Zellenwänden 15 und 16 bilden. Dabei werden Stege 13 der Zellenwände mechanisch soweit verformt, daß die einzelnen Zellen sowie die Raummatrix 18 des Formgebildes 11 ihre mechanischen Festigkeiten verlieren. Dies kann dazu führen, daß die oberen Schichten des Formgebildes 11 kollabieren und somit die Kunststoffschaumfolie weich wird.

50 In Fig. 1b ist ein Formgebilde 1 nach der Erfindung aus einem thermoplastischen Kunststoff gezeigt, bei dem Zellen 2 und 4 polyederähnliche Gestalt mit einer maximalen Abmessung  $\leq 1,0$  mm, insbesondere  $\leq 0,4$  mm, besitzen und aneinander angrenzen. Eine Oberfläche 10 des Formgebildes 1 ist anfänglich geschlossen, wird jedoch durch mechanisches Bearbeiten, wie Abschaben, Riten, Perforieren oder durch Abkühlen und gleichzeitiges Dehnen während der Extrusion geöffnet. Beim Perforieren handelt es sich um ein sogenanntes Nadeln der Oberfläche 10. Die Zellen 2 und 4 bilden eine Raummatrix 8 oder ein Zellengerüst und sind gestaltmäßig unversehrt, d. h. Zellenwände 5 und 6, die mit Öffnungen 7 versehen sind, weisen keinerlei mechanische Deformationen auf. Jeweils zwei Wände 5, 6 jeder offenen Zelle 4 besitzen derartige Öffnungen 7. Zu beiden Seiten jeder Öffnung 7 befinden sich Stege 3, die im Vergleich zu dem Formgebilde 11 in Fig. 1a nicht verformt sind. Mit der Bezugszahl 2 sind die unmittelbar an die Oberfläche 10 anschließenden Zellen bezeichnet, während die darunterliegenden Zellen mit der Bezugszahl 4 belegt sind.

55 In Fig. 2 ist perspektivisch eine Extrusionsanlage zur Herstellung des erfindungsgemäßen Formgebildes 1 dargestellt, wobei sich diese Anlage nicht von einer herkömmlichen Anlage zur Herstellung von geschlossenzelligen Kunststoffschaumfolien unterscheidet. Ein erster Extruder 21 wird über einen Einfülltrichter 22 mit einem Kunststoffgranulat, vermischt mit einem Nukleierungsmittel, beschickt. In dem Schneckenextruder wird die Mischung aus Kunststoffgranulat und Nukleierungsmittel homogen gemischt und, je nach der Art des Kunststoffgranulats, durch Erhitzen auf eine Temperatur bis zu  $300^{\circ}\text{C}$  aufgeschmolzen. Die Kunststoffschaumfolie wird im ersten Extruder 21 mit einem Treibmittel über einen Treibmittel-Injektor 23 mit hohem Druck von bis zu 350 bar beaufschlagt. Dieses Treibmittel wird homogen mit der Kunststoffschaumfolie vermischt und die Mischung einem zweiten Extruder 24 zugeleitet, in welchem die Kunststoffschaumfolie auf eine Massestemperatur im Bereich von 120 bis  $250^{\circ}\text{C}$  vor der Extrusion abgekühlt wird. Diese Massestemperatur liegt um 10 bis 20% höher als die Massestemperatur beim Extrudieren von Kunststoffschaumfolien zu geschlossenzelligen Kunststoffschaumfolien. Beispielsweise beträgt die Massestemperatur einer Kunststoffschaumfolie, deren Basisstoff Polystyrol ist, etwa  $170^{\circ}\text{C}$ , während üblicherweise die Massestemperatur von Polystyrol beim Austritt an der Extrusionsdüse bei etwa  $150^{\circ}\text{C}$  liegt.

60 65 Bei der Herstellung von geschlossenzelligen Kunststoffschaumfolien entfällt der Druck des Treibmittels bzw. Treibgases bei etwa  $150^{\circ}\text{C}$  während des Austritts aus der Extrusionsdüse die Wirkung, daß die Kunststoffschaumfolie durch Abkühlung vom plastischen in den annähernd elastischen Zustand übergeführt wird. An der Extrusionsdüse tritt dabei eine rasche Verdampfung und Aufschäumung des Treibmittels und ein Temperatur-

verlust von etwa 20°C ein. Danach kühlst der extrudierte Kunststoffschaum langsam weiter ab.

In Fig. 3 ist im Diagramm die Ausbildung von geschlossenzelliger und offenzelliger Struktur in einem Polystyrolschaum dargestellt, in Abhängigkeit von der Temperatur der Kunststoffschaum an der ringförmigen Extrusionsdüse. Wie die untere Kurve erkennen läßt, sind die Zellen des Polystyrolschaumes bis zu einer Temperatur von etwa 155°C weitgehend geschlossen. Bei weiter ansteigenden Temperaturen der Polystyrolschmelze am Austritt der ringförmigen Extrusionsdüse beginnen sich Zellen des Polystyrolschaumes zu öffnen, und bei etwa 170°C Austrittstemperatur der Polystyrolschmelze sind die Zellen zum größten Teil geöffnet. Der übliche Temperaturbereich zur Herstellung von geschlossenzelligen Polystyrolschaumen liegt im Bereich von 140 bis 150°C. Dem Basisrohstoff Polystyrol ist hierbei als Nukleierungsmittel Talcum beigefügt. Die obere Kurve im Diagramm 3 zeigt Polystyrolschaum, der weitgehend eine offenzellige Struktur über einen Temperaturbereich von 135 bis 170°C Ausgangstemperatur der Polystyrolschmelze an der ringförmigen Extrusionsdüse besitzt. Die Ausgangsstoffe dieses Polystyrolschaumes sind Polystyrolgranulat, Talcum als Nukleierungsmittel und ein Fremd-Polymer. Aus dem Diagramm läßt sich ablesen, daß eine offenzellige Struktur des Polystyrolschaumes entweder durch entsprechende Erhöhung der Austrittstemperatur der Polystyrolschmelze an der ringförmigen Extrusionsdüse erzielen läßt oder durch Zugabe eines Fremd-Polymers zu der Standardrezeptur des Polystyrolschaumes im üblichen Temperaturbereich von 140 bis 150°C, insbesondere 150°C.

Für die höhere Temperatur zum Erzielen eines offenzelligen Polymerschaumes gilt allgemein, daß die Temperatur 10 bis 20% höher liegen muß als die Temperatur beim Extrudieren von geschlossenzelligen Polymerschäumen. Durch die höhere Temperatur an der Extrusionsdüse, bei sonst gleichen Bedingungen und Rezepturen wie bei der Herstellung von geschlossenzelligen Kunststoffschaumen, führt das in den Zellen eingeschlossene Treibmittel zu einem gleichmäßigen Öffnen der weichen Zellenwände, und in der Abkühlungsphase außerhalb der Extrusionsdüse überzieht dann eine Haut die Kunststoffschaumfolie. Wird die Oberfläche dieser Kunststoffschaumfolie abgeschabt, geritzt oder genadelt, d. h. mechanisch perforiert, so wird die offenzellige Struktur freigelegt, die zur Aufnahme von apolarer Flüssigkeit, d. h. ölähnlichen Flüssigkeiten, geeignet ist. Die Öffnung der Oberfläche wird ebenso durch Abkühlen und gleichzeitige Dehnung des extrudierten Kunststoffschaumgebildes erhalten.

Durch die höhere Temperatureinstellung sinkt die Viskosität, und es öffnen sich die Zellenwände durch den erhöhten Gasdruck, ohne Aufplatzen und ohne Deformationen, wodurch der Effekt der offenzelligen Struktur herbeigeführt wird. Auch wenn sich an der Oberfläche durch die weitere Abkühlung die Zellen schließen und erst durch eine mechanische Behandlung geöffnet werden müssen, kommt es im Inneren der Kunststoffschaumfolie nicht zu einem Verschließen der Zellen, d. h. diese bleiben weiterhin offen.

Im Diagramm der Fig. 4 sind für verschiedene Polymere die Temperaturbereiche der jeweiligen Polymerschmelze in einer bzw. am Austritt einer Extrusionsdüse in Grad C angegeben. Die schraffierten Temperaturbereiche für das jeweilige Polymer sind geeignet zum Erzielen von geschlossenen Zellenstrukturen, während die unschraffierten, höheren Temperaturbereiche des betreffenden Polymers bei der Herstellung zu offenzelligen Strukturen führen. Sowohl für die schraffierten als auch für die unschraffierten Temperaturbereiche gilt, daß für die niedrigste Temperatur jedes Bereiches die Menge des in die Polymerschmelze injizierten Treibmittels niedrig liegt und daß die erhaltene Zellenstruktur feinporig ist. Der höchsten Temperatur jedes Temperaturbereiches ist eine relativ hohe Treibmittelmenge zugeordnet, und die erhaltene Zellenstruktur wird grobporig eingestellt.

Bei den thermoplastischen Polymeren, die zu Kunststoffschaum verarbeitet werden können, handelt es sich um Polymere aus der Gruppe der Polyolefine, wie Polyethylen (HDPE, LDPE, LLDPE), chloriertes Polyethylen, Polypropylen (PP), Polypropylencopolymer (PPC), Ethylenvinylacetatcopolymer (EVA), halogenierte Polyolefine; aus der Gruppe der Styrolpolymere, wie Polystyrol (PS), Polystyrolcopolymer (PSC), Acrylonitrilbutadienstyrolcopolymer (ABS), Styrolmaleinsäureanhydrid, schlagfeste Polystyrole (SPS); aus der Gruppe der Polyester, wie Polyethylenterephthalat (PET), Polyethylenglykolteterephthalat (PETP), Polybutylenterephthalat (PBT); aus Ethylenpropylenterpolymerat, Polyvinylchlorid (PVC), und/oder Polyphenylenoxid. Diese Aufzählung ist nur beispielhaft und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Ebenso ist es möglich, thermoplastische Kunststoffschaume aus Polymeren, Copolymeren oder Blends thermoplastischer Polymere und/oder Copolymeren herzustellen. Derartige Blends können beispielsweise aus Polypropylen/Polyethylen, Polypropylen/Polybutylen, Polypropylen/Polyethylen/Polybutylenterpolymeren, bestehen.

Die Ausgangsstoffe der Kunststoffschaume sind dann jeweils Granulat, Pulver oder Masterbatch aus einem der voranstehend angeführten Polymere, Copolymeren oder Blends, Nukleierungsmittel und Treibmittel.

Zum Herstellen der offenzelligen extrudierten Polymerschäume kann auch ein bestimmter Gewichtsanteil des Polymers durch ein Fremd-Polymer mit einem Gewichtsanteil in der gleichen Größenordnung ersetzt werden. Im allgemeinen ist der Gewichtsanteil des Fremd-Polymers kleiner als der Gewichtsanteil des Polymers und liegt in der Größenordnung von 0,2 bis 6 Gew.-%, insbesondere 3 bis 5 Gew.-%. Diesen Ausgangsstoffen können auch Additive, wie beispielsweise Benetzungsmittel, hinzugefügt werden, um die Aufnahmefähigkeit bzw. das Absorptionsvermögen für insbesondere polare Flüssigkeiten zu erhöhen. Die Dichten der Kunststoffschaume liegen im Bereich von 0,02 bis 0,20 g/cm<sup>3</sup>, während die Aufnahmefähigkeit für polare Flüssigkeiten das 2- bis 30fache, insbesondere das 8- bis 10fache der Schaumdichte beträgt.

Das Fremd-Polymer wird in der Weise gewählt, daß es nur sehr geringe Affinität mit der Polymermatrix besitzt, d. h. mit anderen Worten, daß die Benetzungsfähigkeit des Fremd-Polymers in der Polymermatrix nahezu Null ist.

Unter dem Begriff "Fremd-Polymer" ist in diesem Zusammenhang ein amorpher, kristalliner oder teilkristalliner Thermoplast zu verstehen, der aufgrund seiner Unverträglichkeit in der Polymerschaummatrix eine disperse Phase bildet. Als morphologische Form liegt eine tröpfchenförmige Struktur vor, wie sie in Fig. 5a gezeigt ist.

Hierbei handelt es sich um eine Polystyrolmatrix, in der das Fremd-Polymer, im vorliegenden Fall handelt es sich um Polypropylenpartikel, in der Polystyrolschaummatrix eingeschlossen ist. Wie die vergrößerte Detailansicht in Fig. 5a eines derartigen Polypropylenpartikels in der Polystyrolschaummatrix zeigt, sind die Adhäsionskräfte an den Phasengrenzflächen zwischen der Polystyrolschaummatrix und dem Polypropylenpartikel sehr niedrig. Beim Schaumbildungsvorgang, bei dem starke Zellenwanddehnungen hervorgerufen werden, kommt es zu einer Rißbildung an der Phasengrenzfläche, was vor allem bei hauchdünnen Zellenwänden zu der offenzelligen Struktur des Polystyrolschaumes führt.

Die Rißbildung in einer Zellenwand ist im Detail in Fig. 5b dargestellt. Die Zellenwandstärke beträgt ca. 3 µm, und es ist leicht zu erkennen, daß infolge der Rißbildung an der Phasengrenzfläche der beiden unterschiedlichen Polymere die Zellenwand in ihrer Gestalt weitgehend erhalten bleibt und nicht deformiert ist. Die Rißbildung kann noch durch die größere Volumenkontraktion des teilkristallinen Polymers, d. h. des Polypropylen, im Vergleich zu Polystyrol, während der Abkühlung an der Phasengrenzfläche verstärkt werden, da bekannterweise die spezifische Volumenänderung von Polypropylen im gleichen Temperaturbereich von 150 bis 100°C viel größer ist.

Als Treibmittel werden gesättigte, ungesättigte oder cyclische Kohlenwasserstoffe, halogenierte Kohlenwasserstoffe, Stickstoff, Kohlendioxid oder Mischungen hiervon eingesetzt. Bevorzugt werden die Treibmittel aus der Gruppe Methan, Ethan, Ethen, Propan, Propen, n-Butan, 1-Buten, Isobutan, Isobuten, n-Pentan, Isopentan, 2,2-Dimethylpropan, Cyclopantan ausgewählt. So kann beispielsweise das Treibmittel eine Mischung aus Propan und n-Butan im Gewichtsverhältnis 30 bis 80 Gew.-% Propan zu 20 bis 70 Gew.-% n-Butan sein, ebenso kann, insbesondere bei der Herstellung von Polystyrolschaum, nur n-Butan eingesetzt werden. Als Nukleierungsmittel werden im allgemeinen Talkum, Kreide, Natriumcarbonat, Natriumbicarbonat und/oder Citronensäure mit einem Gewichtsanteil von 0,1 bis 5 Gew.-% an der Polymerschmelze zugesetzt. Das Fremd-Polymer wird im allgemeinen aus der Gruppe Polyethylen, Polypropylen, Polypropylenopolymere, Ethylenvinylacetatcopolymer, Polymethylmethacrylat, Polyurethan, Polytetrafluorethylen ausgewählt. Dabei kann das Fremd-Polymer als Granulat, Masterbatch oder Pulver zugesetzt sein, und sein Gewichtsanteil an der Polymerschmelze liegt im Bereich von 0,2 bis 6 Gew.-%.

Beim Hinzufügen eines Fremd-Polymers zu den Ausgangsstoffen der herzustellenden Polymerschmelze kann die optimale Temperatur von etwa 150°C am Austritt der Extrusionsdüse beibehalten werden. Ohne Zusatz eines Benetzungsmittels sind die erhaltenen Kunststoffschaumfolien im allgemeinen schon dafür geeignet, apolare Flüssigkeiten, das sind ölahnliche Flüssigkeiten, zu absorbieren. Anders verhält es sich mit der Absorption von polaren Flüssigkeiten, wie z. B. Wasser, da die Wassertröpfchen aufgrund ihrer Oberflächenspannung im allgemeinen eine kugelähnliche Gestalt annehmen und dadurch der Phasengrenzwinkel zwischen der Oberfläche der Kunststoffschaumfolie und den Tröpfchen der polaren Flüssigkeit meistens zu groß ist, so daß es nicht zu einer Absorption der polaren Flüssigkeit kommt. Zur Verkleinerung des Phasengrenzwinkels einer polaren Flüssigkeit gegenüber den Zellenwänden bzw. gegenüber der Oberfläche der Kunststoffschaumfolie wird der Polymerschmelze Benetzungsmittel aus kation-, anionaktiven, amphoteren oder nicht-ionogenen Verbindungen hinzugesetzt. Bei diesen Benetzungsmitteln handelt es sich u. a. um Alkylsulfonate, von denen eines in Masterbatchform beispielsweise einer Polystyrolschmelze zugegeben wird. Der Gewichtsanteil des oder der Alkylsulfonate an der Schmelze beträgt im allgemeinen 0,1 bis 10 Gew.-%, insbesondere 0,5 bis 5 Gew.-%.

Zur Erhöhung der Absorptionsgeschwindigkeit von polaren Flüssigkeiten wird beispielsweise eine der Oberflächen der Kunststoffschaumfolie einer Corona-, Corona-Aerosol-Behandlung unterzogen. Ebenso ist es möglich, eine Molekularbeschichtung entsprechend dem sogenannten Nebelverfahren an einer der Oberflächen der Kunststoffschaumfolie vorzunehmen, um die Absorptionsgeschwindigkeit für polare Flüssigkeiten zu erhöhen und um aus einer wäßrigen Flüssigkeit, Emulsion oder dergleichen entweder den polaren oder apolaren Bestandteil selektiv zu absorbieren.

Die erhaltenen offenzelligen Kunststoffschaumfolien können in verschiedenen Dicken hergestellt werden und sind zu Platten, Profilen und Blöcken verarbeitbar.

Ihre Anwendung finden sie vor allem als Saugfilter, Verpackungsschalen für Nahrungsmittel oder sonstige Feuchtigkeit enthaltende Güter.

In Fig. 6 sind schematisch Schnittdarstellungen im vergrößerten Detail von Zellenstrukturen von Kunststoffschaumfolien dargestellt und deren Flüssigkeitsabsorptionsverhalten angedeutet.

Fig. 6a zeigt einen offenzelligen Polystyrolschaum, der mit der Basisrezeptur, wie sie nachstehend noch anhand der Beispiele angegeben wird, hergestellt wurde. Die Ausgangsstoffe dieses Polystyrolschaumes sind Polystyrolgranulat und Talkum als Nukleierungsmittel. Die Offenporigkeit wird durch die erhöhte Temperatur am Austritt der Extrusionsdüse erzielt. Wie der Fig. 6a zu entnehmen ist, besitzt ein derartiger Polystyrolschaum ein großes Absorptionsvermögen für eine apolare Flüssigkeit, beispielsweise ein Öl, was gleichbedeutend damit ist, daß diese Flüssigkeit von der Schaumoberfläche unproblematisch in das Innere der offenen Zelle hineinfliessen kann. Anders verhält sich das Absorptionsvermögen für eine polare Flüssigkeit, wie beispielsweise Wasser, wie Fig. 6b erkennen läßt. Aufgrund der hohen Oberflächenspannung des Wassertropfens bildet sich ein relativ großer Phasengrenzwinkel zwischen der Oberfläche des Polystyrolschaumes und dem Wassertropfen aus, wodurch ein Eindringen des Wassertropfens in die offene Zelle weitgehend verhindert wird. Das gleiche Absorptionsverhalten für apolare und polare Flüssigkeiten zeigen auch offenzellige Polystyrolschaume, bei deren Herstellung ein Fremd-Polymer der Basisrezeptur zugesetzt wird und die Temperatur an der Extrusionsdüse bei etwa 150°C liegt.

Die Fig. 6c und 6d zeigen das Absorptionsverhalten für apolare und polare Flüssigkeiten, wenn der Basisrezeptur bei der Herstellung des Polystyrolschaumes noch zusätzlich ein Benetzungsmittel hinzugefügt wird, das in den Schnittdarstellungen der Fig. 6c und d durch schwarze Punkte in der Polystyrolmatrix bzw. in den Polystyrolzellenwänden angedeutet ist. Durch das Benetzungsmittel wird der Phasengrenzwinkel polarer Flüs-

sigkeiten, insbesondere von Wasser, so weit herabgesetzt, daß die polare Flüssigkeit ohne Probleme in die offene Zelle einfließt.

In Fig. 6e ist gezeigt, daß die Absorption einer apolaren Flüssigkeit in einem offenzelligen Polystyrolschaum ohne Benetzungsmittel und ohne Vorbehandlung durch eine Koronaentladung oder eine Korona-Aerosol-Entladung stimuliert, d. h. beschleunigt, werden kann. Dabei kann der Polystyrolschaum entweder bei erhöhter Temperatur von 170°C der Extrusionsdüse oder bei der herkömmlichen Temperatur von 150°C, dann jedoch unter Zusatz eines Fremd-Polymers, hergestellt sein.

Aus Fig. 6f ist zu entnehmen, daß durch eine Koronavorbehandlung die polare Flüssigkeitsabsorption in einem Polystyrolschaum, der Benetzungsmittel enthält, stimuliert, d. h. beschleunigt werden kann. Bei den Ausführungsformen des Polystyrolschaumes gemäß den Fig. 6e und f kommt es zu einer selektiven Absorption der apolaren (Öl) bzw. polaren (Wasser) Flüssigkeit aus einer Flüssigkeit, die beide Bestandteile enthält.

Im folgenden sind einige Beispiele für offenzellige Polystyrolschaume mit einer Schaumdichte von 70–75 g/l in Tabelle 1 angegeben. Im Beispiel A wird für den Polystyrolschaum die Normalrezeptur der Ausgangsstoffe der Polystyrolschmelze verwendet, d. h. Polystyrolgranulat mit 95 Gew.-%, Talcum als Nukleierungsmittel mit 1 Gew.-% und als Treibmittel Butan oder ein halogenierter Kohlenwasserstoff mit 4 Gew.-%. Die Temperatur am Austritt der Extrusionsdüse beträgt etwa 170°C. Bei den Beispielen B und C ist jeweils ein Fremd-Polymer in der Größenordnung von 3 Gew.-% zugesetzt, während der Anteil des Treibmittels unverändert bleibt und der Anteil des Nukleierungsmittels auf 3 Gew.-% erhöht ist. Die Temperatur der Düse beträgt 150°C während des Extrusionsvorgangs. Dementsprechend betragen die Gewichtsanteile des Polystyrolgranulats 90 bzw. 87 Gew.-%. Beim Beispiel C sind des weiteren noch 3 Gew.-% Benetzungsmittel, beispielsweise Alkylsulfonat, zugesetzt, wodurch der so erhaltene Polystyrolschaum ein hohes selektives Absorptionsvermögen für polare bzw. wäßrige Flüssigkeiten besitzt. Der Polystyrolschaum gemäß Beispiel D enthält 92 Gew.-% Polystyrol, 1 Gew.-% Nukleierungsmittel, kein Fremd-Polymer, 3 Gew.-% Benetzungsmittel und 4 Gew.-% Treibmittel. Die Temperatur an der Düse beträgt 170°C während des Extrusionsvorgangs. In Tabelle 2 sind die Schaumdichten, die maximale Flüssigkeitsaufnahme für Wasser und das Absorptionsvermögen von Polystyrolschaumen zusammengestellt. Die Flüssigkeitsaufnahme wird gemäß der Formel

$$\text{Flüssigkeitsaufnahme} = \rho_{FL} \left( 1 - \frac{\rho_F}{\rho_{PS}} \right)$$

bestimmt, mit der Flüssigkeitsdichte  $\rho_{FL}$  der Schaumdichte  $\rho_F$  und der Polystyroldichte  $\rho_{PS}$  jeweils in g/l.

35

40

45

50

55

60

65

Tabelle 1

	A Normal- rezeptur	B Selektive Absorption für ölartige Flüssigkeiten	C Selektive Absorption für wässrige Flüssigkeiten	D Selektive Absorption für wässrige Flüssigkeiten
PS-Granulat	95 %	90 %	87 %	92 %
Nukleierungs- mittel (z.B. Talkum)	1 %	3 %	3 %	1 %
Fremd- Polymere (z.B. PE, PP, PPC, EVA)	-	3 %	3 %	-
Benetzungsmittel (z.B. Alkylsulfonat)	-	-	3 %	3 %
Treibmittel (z.B. Alkane, wie Butan, halogenierte Kohlenwas- serstoffe)	4 %	4 %	4 %	4 %
Konstellation Zellenstruk- tur (fein) ≤0,4 mm	offen	offen	offen	offen

Tabelle 2

Schaumdichte (gr/l)	Maximale Flüssigkeits- aufnahme für Wasser (gr/l)	Absorptionsvermögen
30	971,4	32,4
40	961,9	24,0
50	952,4	19,0
60	942,9	15,7
70	933,3	13,3
80	923,8	11,5
90	914,3	10,2
100	904,8	9,0

## Patentansprüche

1. Formgebilde aus einem thermoplastischen Kunststoffschaum, der zumindest 10 Vol.-% offene Zellen enthält, die eine polyederähnliche Gestalt besitzen und aneinander angrenzen, wobei Stege (3) der in einer

Raummatrix (8) angeordneten polyederähnlichen Zellen (2, 4) gestaltsmäßig unversehrt sind, und zumindest zwei Wände (5, 6) jeder offenen Zelle (4) Öffnungen (7) aufweisen unter Beibehaltung der mechanischen Festigkeit der Raummatrix (8), wobei die Ausgangsstoffe des Kunststoffschaums ein Fremd-Polymer und/oder zumindest ein Polymer als Basispolymer, Nukleierungsmittel und Treibmittel sind, und bei Einsatz eines Fremd-Polymers ein bestimmter Gewichtsanteil des Polymers durch das Fremd-Polymer mit einem Gewichtsanteil in der gleichen Größenordnung ersetzt ist. 5

2. Formgebilde nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teilbereich einer der Oberflächen des Formgebildes (1) geöffnet ist, so daß die an die Oberfläche angrenzenden Zellen für Flüssigkeiten zugänglich sind. 10

3. Formgebilde nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Formgebilde ein thermoplastischer Schaum zumindest eines Kunststoffes ist, aus der Gruppe der Polyolefine, wie Polyethylen (HDPE, LDPE, LLDPE), chloriertes Polyethylen, Polypropylen (PP), Polypropylencopolymere (PPC) Ethylenvinylacetatcopolymer (EVA), halogenierte Polyolefine; aus der Gruppe der Styrolpolymere, wie Polystyrol (PS) Polystyrolcopolymer (PSC), Acrylnitrilbutadien-styrolcopolymer (ABS), Styrolmaleinsäureanhydrid, schlagfeste Polystyrole (SPS); aus der Gruppe der Polyester, wie Polyethylenterephthalat (PET), Polyethylenglykolteterphthalat (PETP), Polybutylenterephthalat (PBT); aus Ethylenpropylenterpolymerisat, Polyvinylchlorid (PVC) und/oder Polyphenylenoxid. 15

4. Formgebilde nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der thermoplastische Kunststoffschaum aus Polymeren, Copolymeren oder Blends thermoplastischer Polymere und/oder Copolymeren besteht. 20

5. Formgebilde nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Polymer Polystyrol mit bis zu 95 Gew.-%, das Nukleierungsmittel Talcum, Kreide, Natriumcarbonat, Natriumbicarbonat und/oder Citronensäure mit bis zu 3 Gew.-% und das Treibmittel Butan, Propan oder Mischungen hiervon mit bis zu 4 Gew.-% sind. 25

6. Formgebilde nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Gewichtsanteil des Fremd-Polymers kleiner als der Gewichtsanteil des Polymers ist. 25

7. Formgebilde nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Gewichtsanteil des Fremd-Polymers 0,2 bis 6 Gew.-%, insbesondere 3 bis 5 Gew.-%, beträgt. 25

8. Formgebilde nach den Ansprüchen 5 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoffschaum als Ausgangsstoffe Polystyrolgranulat mit ca. 90 Gew.-%, Talcum mit ca. 3 Gew.-%, Butan mit bis zu 4 Gew.-% und Polypropylen-Copolymer mit bis zu 3 Gew.-% enthält. 30

9. Formgebilde nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Polymer Polystyrol ist und daß das Fremd-Polymer aus der Gruppe Polyethylen, Polypropylen, Polypropylencopolymere, Ethylenvinylacetatcopolymer, Polymethylmethacrylat, Polytetrafluorethylen, Polyurethan ausgewählt ist. 35

10. Formgebilde nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangsstoffe des Kunststoffschaumes Polymer, Nukleierungsmittel, Treibmittel, Fremd-Polymer und, als Additiv, ein Benetzungsmittel sind. 35

11. Formgebilde nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoffschaum als Ausgangsstoffe 87 Gew.-% Polystyrolgranulat, 3 Gew.-% Talcum, 4 Gew.-% Treibmittel aus der Gruppe Butan, Propan, Wasserstofffluorokane, 3 Gew.-% Fremd-Polymer aus der Gruppe Polypropylen, Polypropylencopolymere, Polyethylen und 3 Gew.-% Alkylsulfonat als polares Benetzungsmittel enthält. 40

12. Formgebilde nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichte im Bereich von 0,020 bis 0,200 g/cm<sup>3</sup> liegt. 40

13. Formgebilde nach den Ansprüchen 11 und 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmefähigkeit des Kunststoffschaumes für polare und apolare Flüssigkeiten das 2- bis 30fache, insbesondere das 8- bis 10fache, der Schaumdichte beträgt. 45

14. Formgebilde nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zellen eine maximale Abmessung von ≤ 1,0 mm, insbesondere von ≤ 0,4 mm aufweisen. 45

15. Verfahren zur Herstellung eines Formgebildes aus einem thermoplastischen Kunststoffschaum, der zumindest 10 Vol.-% offene Zellen enthält, dadurch gekennzeichnet, daß die Polymerschmelze aus einem Fremd-Polymer und/oder zumindest einem Polymer und Nukleierungsmittel in einem ersten Extrusionsschritt bei einer Temperatur bis zu 300°C aufgeschmolzen wird, daß ein Treibmittel unter hohem Druck von bis zu 350 bar am Ende des ersten Extrusionsschrittes in die Polymerschmelze injiziert und mit dieser homogen vermischt wird, daß in einem zweiten Extrusionsschritt die Polymerschmelze auf eine Massestemperatur im Bereich von 120 bis 250°C unmittelbar vor der Extrusion abgekühlt wird, wobei ohne Fremd-Polymer diese Massestemperatur 10 bis 20% höher liegt als die Massestemperatur beim Extrudieren von geschlossenzelligen Kunststoffschaumen, während beim Zusetzen von Fremd-Polymer die Massestemperatur bis auf die Temperatur abgesenkt wird, die bei der Extrusion von geschlossenzelligen Kunststoffschaumen benötigt wird. 50

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine der Oberflächen des extrudierten Formgebildes durch mechanisches Bearbeiten, wie Abschaben, Riten oder Perforieren oder durch Abkühlen und gleichzeitiges Dehnen beim Austritt aus der Extrusionsdüse teilweise geöffnet wird. 60

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß ein bestimmter Gewichtsanteil des Polymers durch einen Gewichtsanteil in der gleichen Größenordnung eines Fremd-Polymers ersetzt wird und daß die Benetzbarkeit des Fremd-Polymers in der Polymerschmelze nahezu Null ist. 65

18. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Polymerschmelze aus zumindest einem Kunststoff aus der Gruppe der Polyolefine, wie Polyethylen, chloriertes Polyethylen, Polypropylen, Polypropylencopolymere, Ethylenvinylacetatcopolymer, halogenierte Polyolefine; aus der Gruppe der Styrolpolymere, wie Polystyrol (PS), Polystyrolcopolymer (PSC), Acrylbutadienstyrolcopolymer (ABS), Styrolmaleinsäureanhydrid, schlagfeste Polystyrole (SPS); aus der Gruppe der Polyester, wie Polyethylenterephth-

halat (PET), Polyethylenglykoltetraphthalat (PETP), Polybutylenterephthalat (PBT); aus Ethylenpropylen-  
terpolymerisat, Polyvinylchlorid (PVC), und/oder Polypyrenenoxid, erschmolzen wird.

19. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß als Treibmittel gesättigte, ungesättigte oder  
cyclische Kohlenwasserstoffe, halogenierte Kohlenwasserstoffe, Stickstoff, Kohlendioxid oder Mischungen  
hier von eingesetzt werden.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Treibmittel aus der Gruppe Methan,  
Ethan, Ethen, Propan, Propen, n-Butan, 1-Buten, 2-Buten, Isobutan, Isobuten, n-Pantan, Isopantan, 2,2-Di-  
methylpropan, Cyclopantan ausgewählt wird.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Treibmittel eine Mischung aus Propan  
und n-Butan im Gewichtsverhältnis 30 bis 80 Gew.-% Propan zu 20 bis 70 Gew.-% n-Butan ist.

22. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß ein Fremd-Polymer aus der Gruppe Poly-  
ethylen, Polypropylen, Polypropylencopolymere, Ethylenvinylacetatcopolymer, Polymethylmethacrylat,  
Polyurethan, Polytetrafluorethylen, dem Polystyrol als Basisrohstoff der Polymerschmelze zugesetzt wird  
und daß durch das Fremd-Polymer in der Polymerschmelze die Zellwände ohne mechanische Zerstörung  
der Stege der Zellwände geöffnet werden.

23. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Fremd-Polymer als Granulat, Master-  
batch oder Pulver zugesetzt wird und sein Gewichtsanteil an der Polymerschmelze 0,2 bis 6 Gew.-%,  
insbesondere 3 bis 5 Gew.-%, beträgt.

24. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß als Nukleierungsmittel, Kohlensäure, Stick-  
stoff, Talkum, Kreide, Natriumcarbonat, Natriumbicarbonat und/oder Citronensäure mit einem Gewichts-  
anteil von 0,05 bis 5 Gew.-% an der Polymerschmelze zugesetzt wird.

25. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verkleinerung des Phasengrenzwinkels  
einer polaren Flüssigkeit gegenüber den Zellwänden des Formgebildes der Polymerschmelze Benet-  
zungsmittel aus kation-, anionaktiven, amphoteren oder nicht-ionogenen Verbindungen zugegeben werden.

26. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Zudosierung von Alkylsulfonaten als  
Benetzungsmittel in Masterbatchform geschieht und daß der Gewichtsanteil des oder der Alkylsulfonate an  
der Polymerschmelze 0,1 bis 10 Gew.-%, insbesondere 0,5 bis 5 Gew.-%, beträgt.

27. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erhöhung der Absorptionsgeschwindig-  
keit von polaren Flüssigkeiten eine der Oberflächen des Formgebildes einem Korona-, Korona-Aerosol-  
oder einem Molekularbeschichtungsverfahren (MCS) ausgesetzt wird.

28. Verwendung des Formgebildes nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14 als Verpackungsma-  
terial für Feuchtigkeit enthaltendes Gut.

29. Verwendung des Formgebildes nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14 als Saugfilter für  
polare und/oder apolare Flüssigkeiten

35 Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

40

45

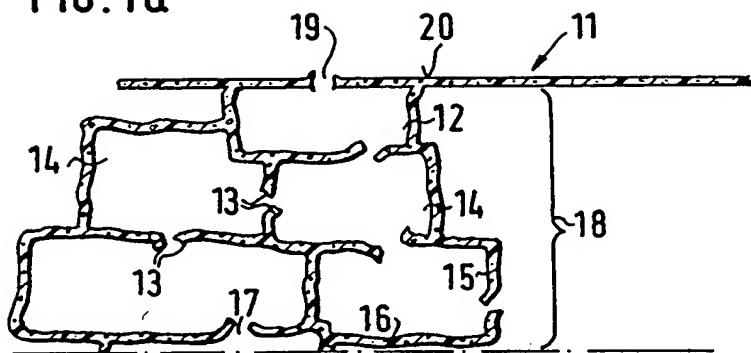
50

55

60

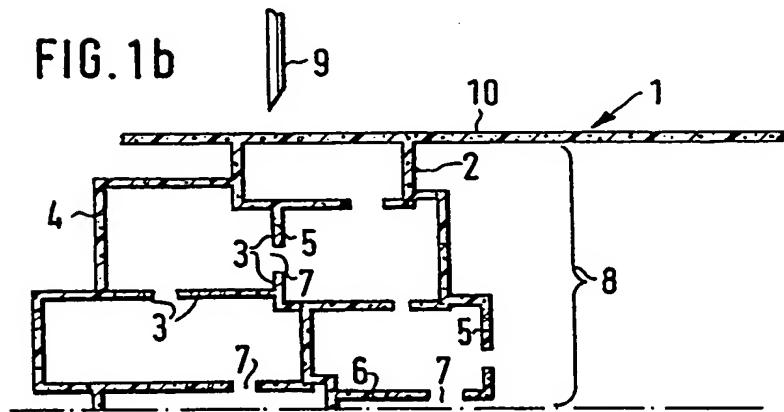
65

FIG. 1a



STAND DER TECHNIK

FIG. 1b



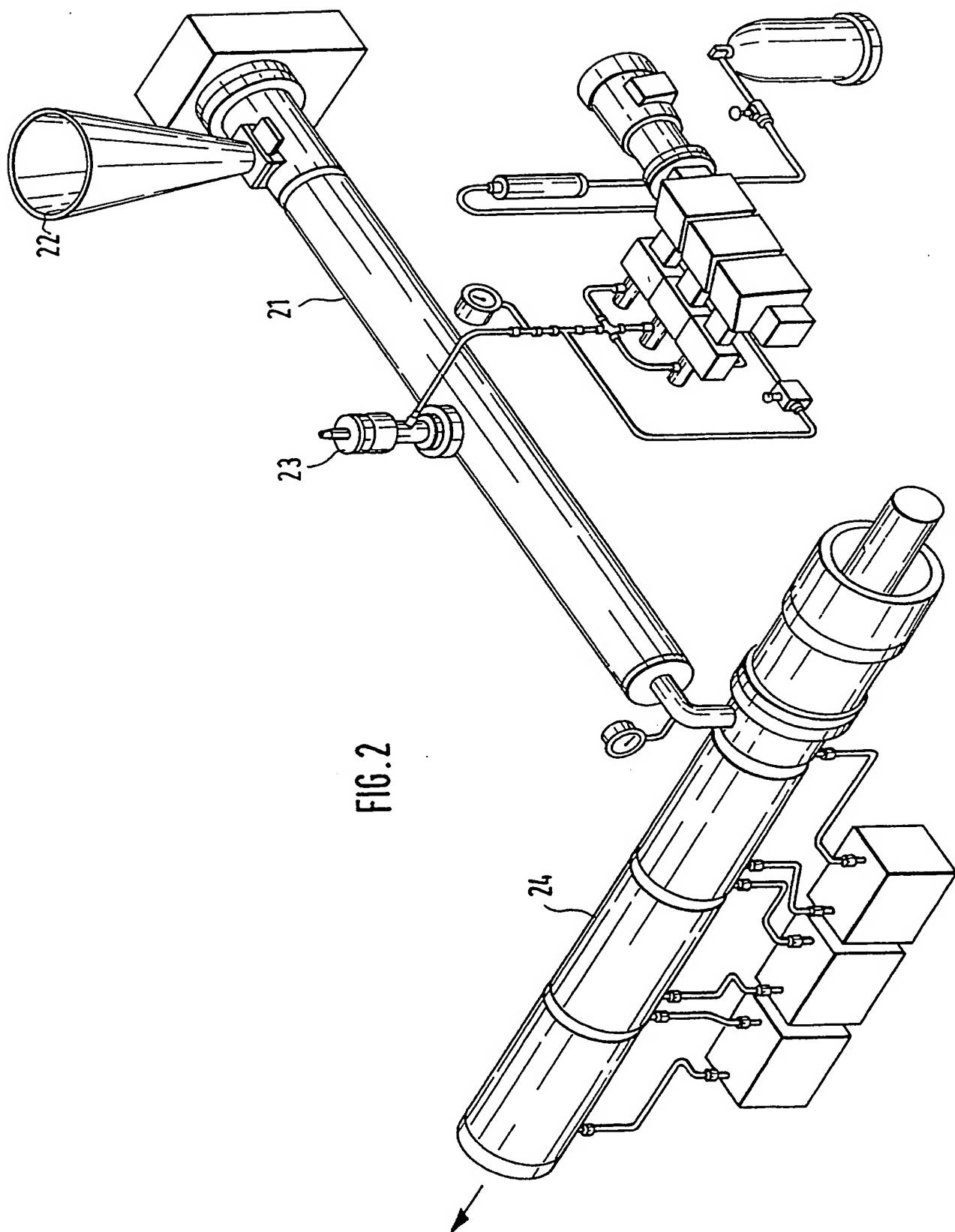


FIG. 3

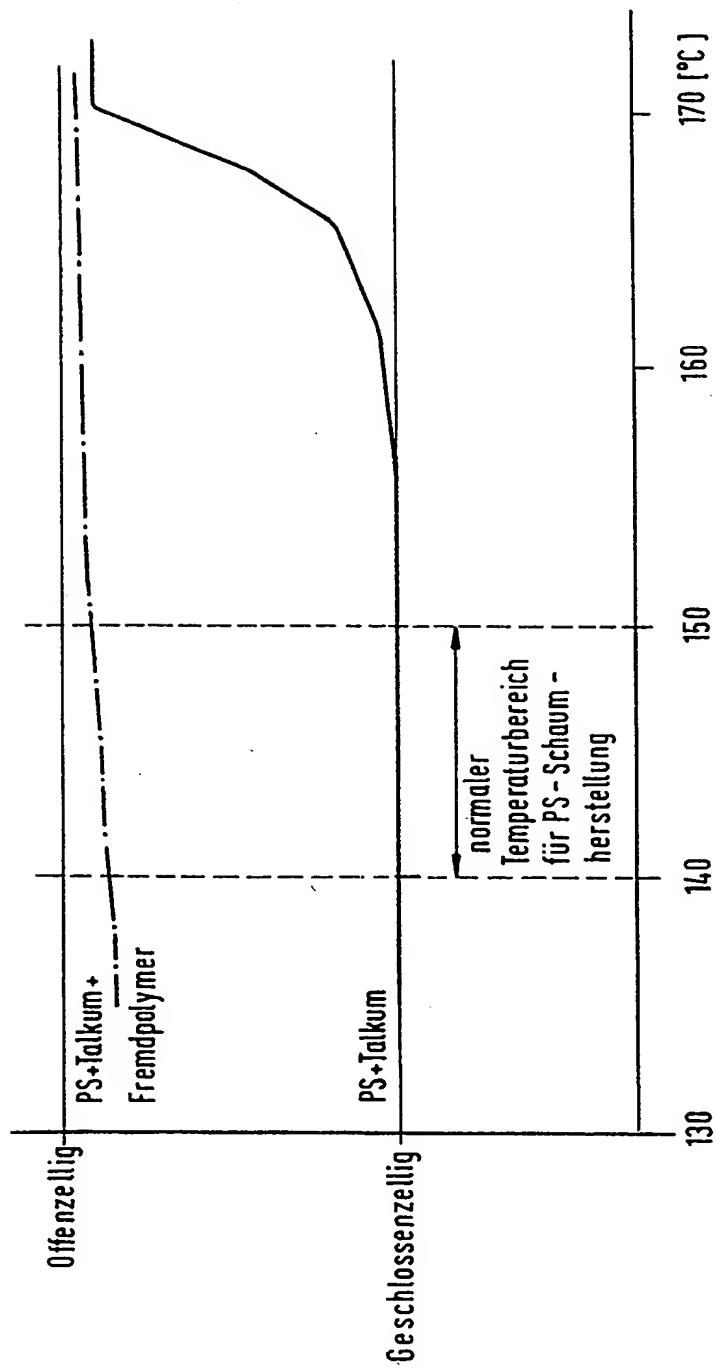
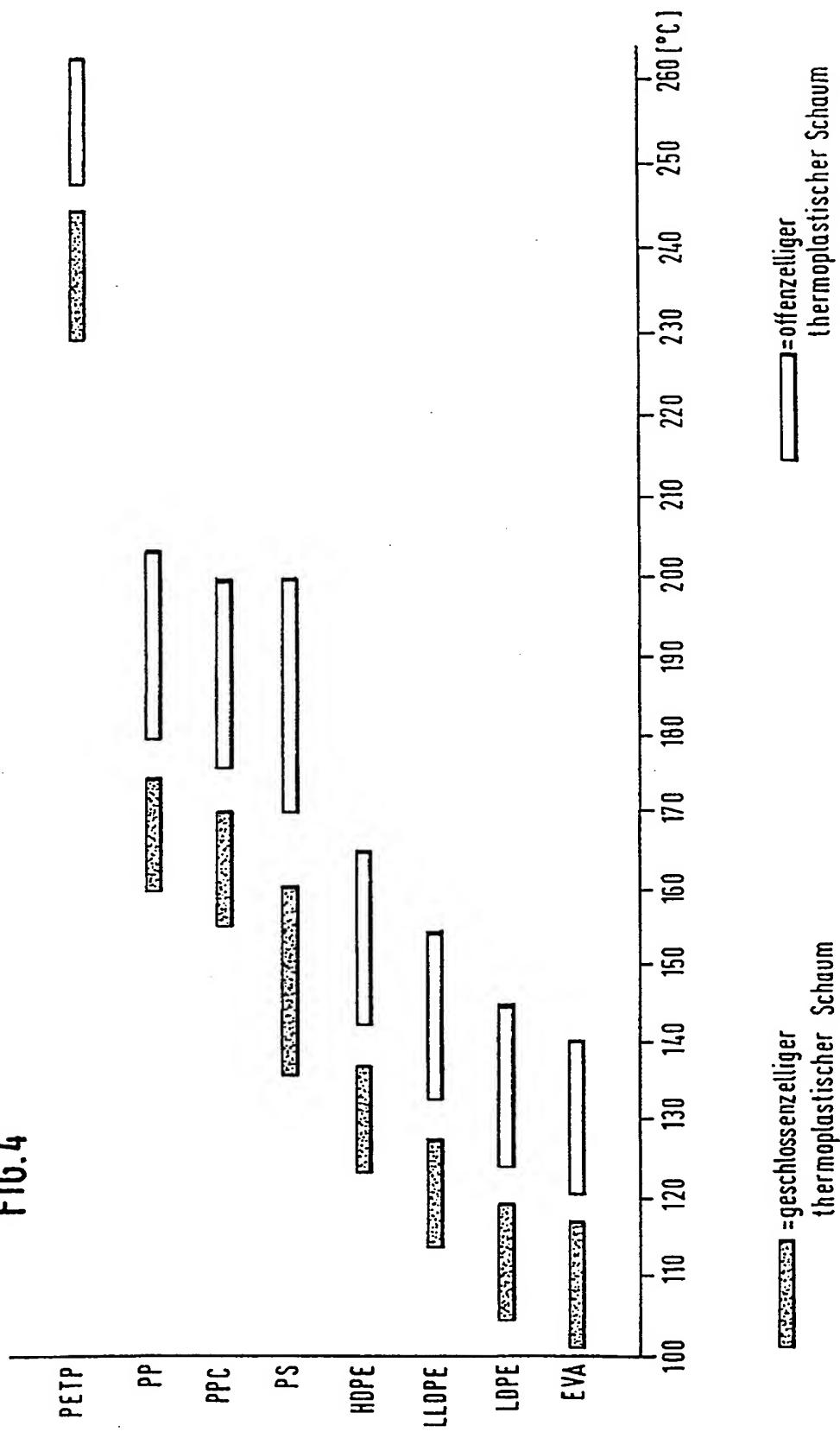


FIG. 4



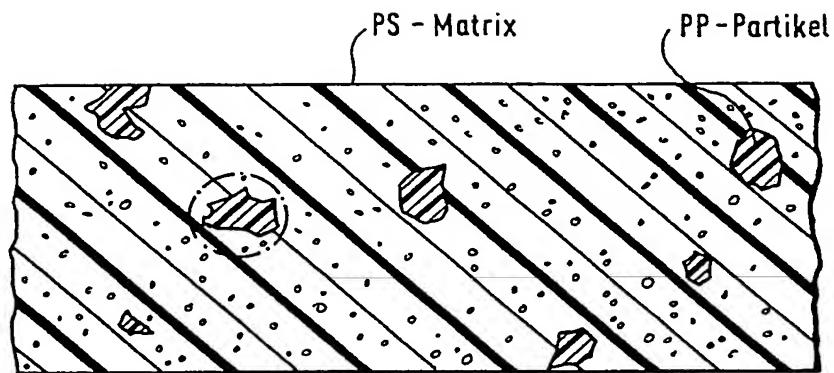


FIG.5a

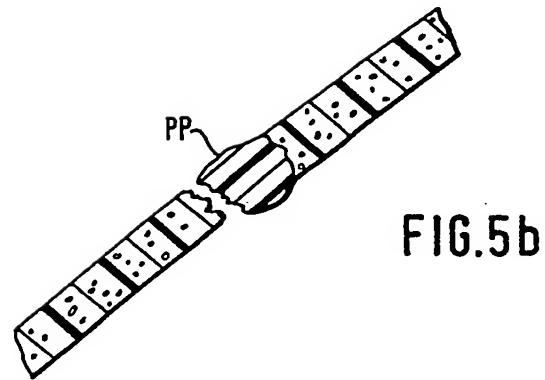
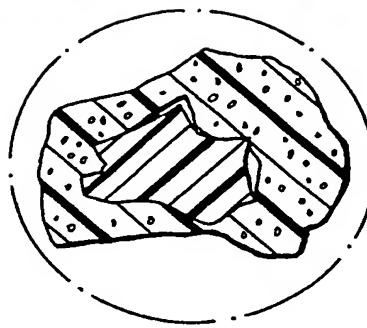


FIG.5b

FIG. 6a

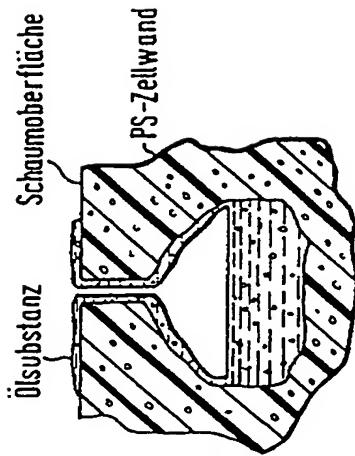


FIG. 6c

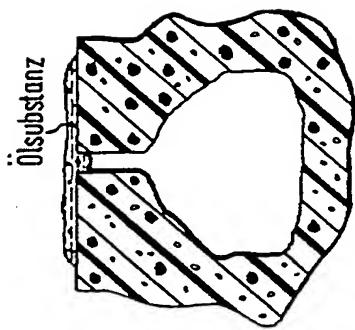


FIG. 6e

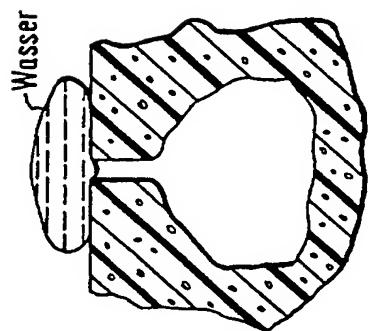
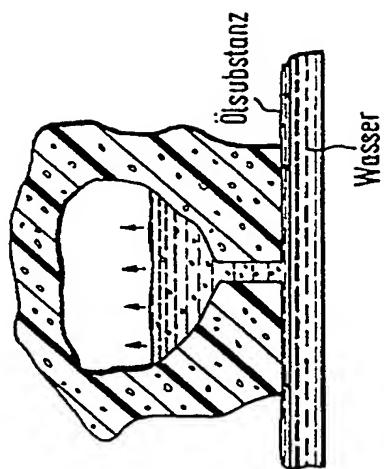


FIG. 6b

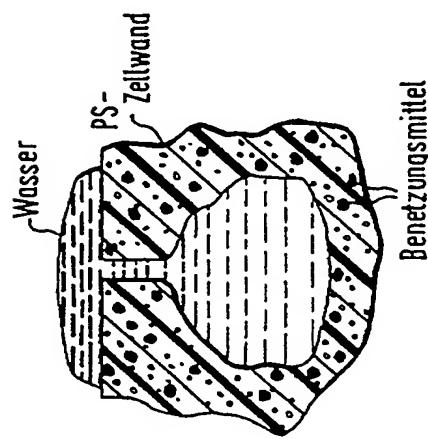


FIG. 6d

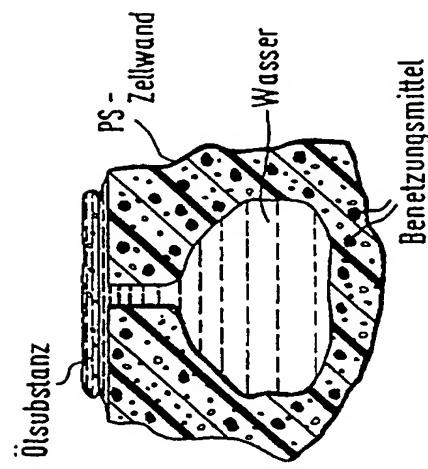


FIG. 6f